

## Automobile engine brake or retarder control system

**Patent number:** DE4443814

**Publication date:** 1996-02-01

**Inventor:** REINER MICHAEL (DE)

**Applicant:** DAIMLER BENZ AG (DE)

**Classification:**

- **International:** B60T8/32; B60T11/00

- **European:** B60T1/08, B60T8/00, B60T8/00B8H, B60T8/26D, B60T8/32D2, B60T10/00

**Application number:** DE1994443814 19941209

**Priority number(s):** DE1994443814 19941209

**Also published as:**

EP0715999 (A1)

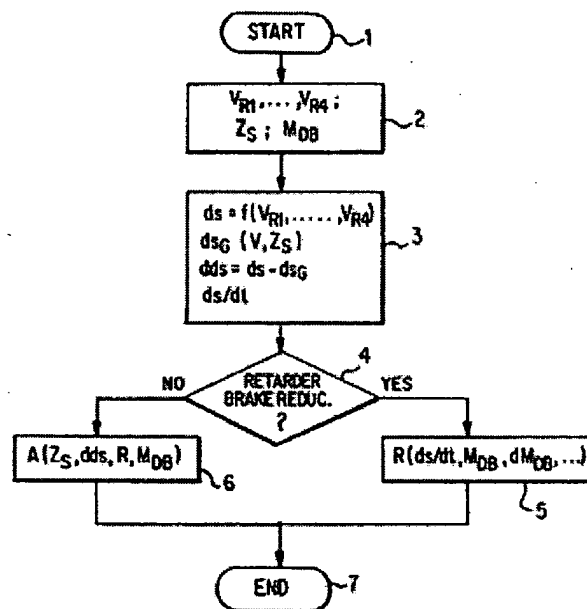
US5618084 (A1)

JP8230654 (A)

EP0715999 (B1)

### Abstract of DE4443814

the control system determines the braking force provided by the engine brake or retarder in dependence on the difference in the rotation between the braked wheels and the non-braked wheels. The braking force is reduced when the difference in the wheel rotation rates exceeds a value which is below the threshold value used for activating anti-locking braking regulation. Pref. the reduction in the braking force is defined by the differential of the difference in the wheel rotation rates, with stepped reduction of the braking in successive cycles.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 44 43 814 C 1

⑤1 Int. Cl. 6:  
B 60 T 8/32  
B 60 T 11/00

②1 Aktenzeichen: P 44 43 814.1-21  
②2 Anmeldetag: 9. 12. 94  
④3 Offenlegungstag: —  
④5 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 1. 2. 96



DE 44 43 814 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑦2 Erfinder:

Reiner, Michael, 70736 Fellbach, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	29 31 491 C2
DE	23 22 446 B2
DE	38 29 951 A1
DD	2 66 771 A5

⑤4 Verfahren zur Steuerung einer Dauerbremse eines Kraftfahrzeuges

⑤7 Es ist bekannt, eine aktivierte Dauerbremse bei einsetzen-  
der Blockierneigung eines Rades, z. B. mittels eines die  
Blockierneigung anzeigenden Steuersignale eines ABS, ab-  
zuschalten.

Es wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Bremswir-  
kung der Dauerbremse in Abhängigkeit vom Betrag der  
Differenz von Raddrehzahlwerten eingestellt wird, die von  
Drehzahl an von der Dauerbremse beeinflussbaren Rädern  
bzw. von Drehzahlen an nicht von der Dauerbremse beein-  
flußbaren Rädern abgeleitet sind, wobei die Bremswirkung  
reduziert wird, wenn der Differenzbetrag einen vorgegebe-  
nen Grenzwert überschreitet, der kleiner als der Differenzbe-  
trag bei einsetzender Blockierneigung eines der Räder ist.  
Die Wirkung der Dauerbremse läßt sich damit bereits  
deutlich vor Erreichen des Blockierungspunktes reduzieren,  
so daß die ansonsten aufgrund des vergleichsweise trägen  
Bremsmomentabbaus von Dauerbremsen bestehende Ge-  
fahr blockierter Räder und damit verbundenem Ausbrechen  
der Achse der Dauerbremse zuverlässig vermieden wird.  
Verwendung in Straßenfahrzeugen.

DE 44 43 814 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Steuerung einer Dauerbremse eines Kraftfahrzeuges. Derartige Dauerbremsen sind in üblichen Ausführungen als Motorbremsen und/oder Retarder vor allem in Nutzfahrzeugen im Einsatz. In der Regel wirkt die Dauerbremse nur auf eine, nämlich auf die angetriebene Achse. Vor allem für bestimmte Fahrzeuge, für die Dauerbremsen mit hohen Bremswirkungen verlangt werden, erfordert dies dann einen hohen Kraftschluß an den Rädern der dauergebremsten Achse. Bei schlechten Straßenverhältnissen oder nur teilbeladenem Fahrzeug kann deshalb eine Blockierneigung an der dauergebremsten Achse auftreten.

Für Fahrzeuge, die über ein Antiblockiersystem (ABS) mit zugehöriger Raddrehzahlsensorik verfügen, ist es bekannt, bei gemeinsam aktivierter Betriebs- und Dauerbremse die Dauerbremse bei drohendem Blockieren eines Rades und mit der Aktivierung des ABS abzuschalten. Bei einer in der Auslegeschrift DE 23 22 446 B2 offenbarten Bremsanlage dieser Art ist vorgesehen, die Dauerbremse nach einem derartigen Abschalten dann wieder zu aktivieren, wenn ein an einer bestimmten Stelle im Bremsfluidkreislauf gemessener Bremsdruck unter einen vorgegebenen Schwellenwert abfällt. In der Patentschrift DE 29 31 491 C2 ist eine Dauerbremse offenbart, bei der Blockierschutz-Ansteuersignale eines ABS, welche die einsetzende Blockierneigung eines Rades anzeigen, zum Reduzieren der Wirkung einer aktivierten Dauerbremse auch in dem Fall benutzt werden, in dem die Betriebsbremse nicht aktiv ist. Weiter wird dort vorgeschlagen, anstelle der Blockierschutz-Ansteuersignale einen Regelspeicher wirksam werden zu lassen, der im ABS-Steuergerät die Funktion hat, bestimmte logische Kriterien wirksam werden zu lassen. Er wird beim ersten Empfangen von Ansteuersignalen im ABS-Steuergerät gesetzt und schaltet dann ein Steuergerät der Dauerbremse, wodurch den unterschiedlichen Charakteristiken von Betriebsbremse und Dauerbremse Rechnung getragen werden soll. Bei einer aus der Offenlegungsschrift DE 41 24 496 A1 bekannten Bremsanlage mit ABS und Antriebsschlupfregelung (ASR) wird ein als Dauerbremse wirkendes elektro-regeneratives System für die Dauer von ABS-Regelungsphasen abgeschaltet. In der Offenlegungsschrift DE 42 25 080 A1 ist eine Bremsanlage gezeigt, die eine Kombination eines hydraulischen und eines elektro-regenerativen Bremssystems beinhaltet, welche gemeinsam von einem ABS angesteuert werden können. Das dortige ABS ist daraufhin ausgelegt, bei Panikbremsungen eine Blockierung der Hinterachse zu verhindern und bei Normalbremsungen die Bremswirkung der Hinterachse zu regeln, und zwar in Abhängigkeit von der gewünschten Verzögerung, der Belastung und der vorliegenden Haftung. Prinzipiell wird bei dieser Bremsanlage vorrangig der elektro-regenerative Bremskreis zur Energierückholung ausgenutzt, während der Hydraulikbremskreis nur in bestimmten Fahrsituationen als zusätzlicher Bremsbeitrag aktiviert wird.

In der Patentschrift DD 2 66 771 AS ist ein Verfahren zur blockierfreien Betätigung einer zusätzlich zur Betriebsbremse vorgesehenen hydrodynamischen Verzögerungsbremse beschrieben, bei dem kontinuierlich die Winkelgeschwindigkeit der angetriebenen Räder erfaßt und bewertet wird. Tritt an den angetriebenen Rädern übermäßiger Schlupf auf, so wird das Bremsmoment der hydrodynamischen Verzögerungsbremse so lange redu-

ziert, bis die Blockiergefahr abgeklungen ist.

In der Offenlegungsschrift DE 38 29 951 A1 ist ein Verfahren zur lastabhängigen Bremsdruckregelung beschrieben, bei der die Bremsdruckverteilung auf die Fahrzeugachsen in Abhängigkeit von Zwischenachs-Raddrehzahlensignalen in einem Radschlupfbereich unterhalb einer einsetzenden Blockierneigung eines Rades und damit vor Aktivierung einer ABS-Regelung selbsttätig geregelt wird. Dabei wird die Bremsdruckverteilung jeweils unverändert belassen, solange der Differenzbetrag der zwischenachsigen Raddrehzahlwerte einen vorgegebenen Grenzwert nicht überschritten hat, während nach einem derartigen Überschreiten die Bremsdruckverteilung in einem diese Überschreitung verringernden Sinne nachgeführt wird. Damit soll eine Regelung der Bremskraftverteilung bereits weit unterhalb der Blockiergrenze erreicht werden, also in einem Bereich, in dem ein übliches ABS noch nicht wirksam ist, z. B. im Bereich zwischenachsiger Drehzahlabweichungen zwischen 1% und 7%.

In der Offenlegungsschrift DE 40 10 551 A1 ist ein Verfahren zur Verbesserung des Bremsverhaltens eines Kraftfahrzeugs beschrieben, bei der ein Blockierzustand an einem mit geringem Kraftschlußbeiwert abrollenden Antriebsrad bei Betätigung einer vorzugsweise als Retarder realisierten Bremseinrichtung, die in Antriebsrichtung einem Differentialgetriebe einer angetriebenen Radachse vorgeschaltet ist, verhindert werden soll. Zu diesem Zweck wird die Drehzahldifferenz zwischen den Drehzahlen des linken und des rechten Rades dieser von der Bremseinrichtung beeinflussten Fahrzeugachse erfaßt und mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen. Liegt der Betrag der Drehzahldifferenz über dem Schwellenwert, so wird die Ausgleichsbewegung des Differentials reduziert oder gesperrt. Maßnahmen gegen ein beidseitiges Überbremsen der dauergebremsten Achse sind nicht getroffen.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Verfahrens der eingangs genannten Art zugrunde, durch das von der Wirkung der Dauerbremse verursachte Blockierzustände der Fahrzeugräder zuverlässig vermieden werden.

Dieses Problem wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bei diesem Verfahren erfolgt eine Reduzierung der Bremswirkung der aktivierten Dauerbremse bereits vor einsetzender Blockierneigung eines der von der Dauerbremse beaufschlagbaren Räder, indem diese Reduzierung bereits dann erfolgt, wenn der Differenzbetrag zwischenachsiger Raddrehzahlwerte einen vorgegebenen Grenzwert überschreitet, der kleiner als der zwischenachsige Raddrehzahldifferenzbetrag bei einsetzender Blockierneigung eines der Räder ist. Durch diese somit frühzeitig mögliche Reduzierung der Bremswirkung der Dauerbremse besteht im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen, bei denen die Abschaltung der Dauerbremse erst mit einem eine Blockierneigung anzeigenden ABS-Signal erfolgt, nicht die Gefahr eines aufgrund des vergleichsweise trägen Bremsmomentabbaus der Dauerbremse zu späten Abschaltens derselben. Eine Blockierung von Rädern aufgrund der Bremswirkung der Dauerbremse läßt sich auf diese Weise verhindern. Einem Ausbrechen der dauergebremsten Achse mit der damit verbundenen Schleudergefahr wird durch diese Vorgehensweise sowohl bei Solofahrzeugen als auch vor allem bei Last- und Sattelzügen zuverlässig entgegengewirkt. Durch die Ausnutzung der Raddrehzahldifferenzinformationen ist keine Sensierung von Bremskräften

oder von Absolutwerten des Kraftschlußbeiwertes oder des Radschlupfes erforderlich.

Durch die nach Anspruch 2 vorgesehene Vorgabe eines geschwindigkeitsabhängigen Grenzwertes für den Raddrehzahldifferenzbetrag wird eine bei kleineren Fahrzeuggeschwindigkeiten mögliche höhere Kraftschlußausnutzung für die Wirkung der Dauerbremse erreicht. Analog wird durch eine Ausgestaltung nach Anspruch 3 eine optimale Anpassung des Einsatzzeitpunktes für die Reduzierung der Wirkung der aktivierten Dauerbremse in Abhängigkeit vom Abbremsungswunsch für die Betriebsbremse ermöglicht. Unter monoton fallender Abhängigkeit wird dabei ein stückweise konstanter oder fallender Verlauf verstanden.

Durch die nach Anspruch 4 vorgesehene Abhängigkeit des Maßes der Reduzierung der Dauerbremswirkung vom Gradienten des zeitlich ansteigenden Raddrehzahldifferenzbetrages läßt sich die Reduzierung günstig an den jeweiligen Verlauf eines Bremsvorgangs anpassen, und die Dauerbremse kann vergleichsweise schnell auf einen passenden Wert neu eingestellt werden.

Vorteilhaft kann gemäß Anspruch 5 eine zyklische Verfahrensdurchführung vorgesehen sein, bei der in jedem Zyklus der zwischenachsige Raddrehzahldifferenzbetrag überwacht und die Bremswirkung der Dauerbremse stufenweise in jedem Zyklus zurückgenommen wird, solange der zwischenachsige Raddrehzahldifferenzbetrag größer als der jeweilige Grenzwert ist.

In Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 6 wird während eines Bremsvorgangs nach einer vorangegangenen Reduzierung der Dauerbremswirkung letztere wieder angehoben, wenn der zwischenachsige Raddrehzahldifferenzbetrag um einen vorgebbaren Wert unter den Grenzwert fällt, wodurch es ermöglicht wird, einen für jeden Beladungs- und Straßenzustand höchstmöglichen Dauerbremsanteil wirksam aufrechtzuerhalten.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird nachfolgend beschrieben. Hierbei zeigen:

Fig. 1 einen Programmablaufplan eines Verfahrens zur Steuerung einer Dauerbremse und

Fig. 2 eine graphische Darstellung von Kennlinien des für die Reduzierung der Dauerbremswirkung maßgeblichen Grenzwertes für den Wert eines zwischenachsigen Raddrehzahldifferenzbetrages in Abhängigkeit vom Abbremsungswunsch für die Betriebsbremse und von der Fahrzeuggeschwindigkeit.

Der Programmablaufplan von Fig. 1 veranschaulicht denjenigen Teil des Verfahrensablaufs zur Steuerung einer Dauerbremse, z. B. einer Motorbremse oder eines Retarders eines Nutzfahrzeuges, der sich auf die Vermeidung des Blockierens eines Rades aufgrund zu hoher Dauerbremswirkung bezieht. Weitere Steuerungsprogramme für die Dauerbremse sind herkömmlicher Natur und bedürfen daher keiner weiteren Erläuterung. Das Verfahren nach Fig. 1 ist in einer dem Fachmann geläufigen Weise in der Bremsensteuerung des Kraftfahrzeuges implementiert und wird von dieser in Zyklen gemäß Fig. 1 durchgeführt. Typische Zykluszeiten liegen zwischen etwa 10 ms bis 30 ms. Es sei in diesem Beispiel ohne Beschränkung der Allgemeinheit angenommen, daß die Dauerbremse auf die Räder einer angetriebenen Hinterachse einwirkt, während die Räder einer Vorderachse des Kraftfahrzeuges nicht der Einwirkung der Dauerbremse unterliegen.

Nach dem Startschritt (1) beginnt ein solcher Zyklus im nächsten Schritt (2) mit der Feststellung der erforderlichen Eingangsgrößen. Hierzu gehören die vom Fahrer gewünschte und von ihm direkt angeforderte oder vom System berechnete Bremswirkung ( $M_{DB}$ ) der Dauerbremse, die vom Fahrer angeforderte Bremswirkung ( $z_s$ ) der Betriebsbremse sowie die Raddrehzahlen bzw. damit gleichbedeutend die sogenannten Radgeschwindigkeiten ( $v_{R1}$  bis  $v_{R4}$ ) der Räder der dauergebremsten Achse einerseits und der Räder der nicht von der Dauerbremse beeinflussten Achse.

Im nächsten Schritt (3) werden die Werte der für eine eventuelle Reduzierung der Dauerbremswirkung maßgeblichen Größen bestimmt, und zwar der momentane Differenzbetrag ( $ds$ ) zwischen einem zur dauergebremsten Hinterachse gehörigen Raddrehzahlwert und einem zur nicht dauergebremsten Vorderachse gehörigen Raddrehzahlwert, der zeitliche Gradient ( $ds/dt$ ) dieses Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) sowie der sich für die momentane Fahrsituation ergebende Wert eines Grenzwertes ( $ds_G$ ), bei dessen Überschreiten durch den Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) eine Reduzierung der Dauerbremswirkung vorgenommen wird. Der Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) wird dabei über eine vorgegebene Funktion ( $ds = f(v_{R1}, \dots, v_{R4})$ ) berechnet, wie dies in der oben zitierten Patentschrift DE 38 29 951 C2 beschrieben ist, worauf hier Bezug genommen wird. Insbesondere werden hierfür die gemessenen Radgeschwindigkeiten ( $v_{R1}$  bis  $v_{R4}$ ) in geeigneter Weise gefiltert und aufbereitet, wobei diese Aufbereitung einen Raddrehzahlabgleich beinhalten kann, um Raddrehzahlunterschiede, die nicht radschlupfbedingt sind, sondern z. B. auf Kurvenfahrten, verschiedenen Raddurchmessern und dergleichen beruhen, herauszumitteln. Mit diesen aufbereiteten Raddrehzahlen kann dann der hier benötigte Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) z. B. als Betrag der Differenz zwischen dem Mittelwert der Hinterachsdrehzahlen und dem Mittelwert der Vorderachsdrehzahlen gebildet werden. Anschließend wird, mit Ausnahme des jeweils ersten Zyklus einer neuen Betriebsphase, der zeitliche Gradient ( $ds/dt$ ) des Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) durch entsprechende Differenzenbildung mit dem Betragswert des vorangegangenen Zyklus und Division durch die Zykluszeit ermittelt.

Zur Bestimmung des momentan maßgeblichen Grenzwertes ( $ds_G$ ) für den Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) ist in der Bremsensteuerung ein Kennfeld des Grenzwertes ( $ds_G$ ) in Abhängigkeit von der angeforderten Bremswirkung ( $z_s$ ) für die Betriebsbremse und von der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v$ ) vorgegeben. Die Fahrzeuggeschwindigkeit wird vorzugsweise aus den gemessenen Raddrehzahlen ermittelt oder alternativ anderweitig erfaßt. Eine mögliche Realisierung für das Grenzwert-Kennfeld ist in Fig. 2 dargestellt, wobei auf der Abszisse die Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ) in Prozent der maximalen Bremswirkung und auf der Ordinate der Grenzwert ( $ds_G$ ) des Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) in Prozent eines gemittelten Raddrehzahlwertes, z. B. der aufbereitete Drehzahlmittelwert der beiden Vorderachsräder, abgetragen sind.

Die durchgezogene Grenzwertkurve ( $ds_{G0}$ ) stellt den Verlauf des vorzugebenden Grenzwertes ( $ds_G$ ) in Abhängigkeit von der Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ) bei Fahrzeuggeschwindigkeiten ( $v$ ) größer gleich 50 km/h dar. Die gestrichelte Kurve ( $ds_{G0u}$ ) zeigt analog den Verlauf des vorzugebenden Grenzwertes ( $ds_G$ ) bei Fahrzeuggeschwindigkeiten ( $v$ ) nahe 0 km/h. Beide Kurven verlaufen oberhalb einer Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ) von größer gleich 30% auf einer horizontalen Linie, durch die der Grenzwert ( $ds_G$ ) auf den

Wert 1% gesetzt wird. Dies bewirkt, daß der Grenzwert ( $ds_G$ ) bei höheren Bremsanforderungen auf den für Betriebsbremsen geforderten Bereich des Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) als Maß für den zwischenachsigen Radschlupfunterschied von etwa 1% bis 2% eingestellt bleibt. Bei Betriebsbremsen-Sollabbremsungen ( $z_s$ ) unterhalb von 30% wird gemäß Fig. 2 hingegen ein größeres Maß an zwischenachsiger Radschlupfdifferenz, d. h. ein größerer Grenzwert ( $ds_G$ ) für den Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) zugestanden. Weiterhin kann in diesem Bereich fehlender oder geringer Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ) für kleinere Fahrzeuggeschwindigkeiten ( $v$ ) eine höhere Kraftschlußausnutzung durch die Dauerbremse ohne Sicherheitseinbußen erlaubt werden. Entsprechend ist im Beispiel von Fig. 2 zwischen Betriebsbremsen-Sollabbremsungswerten ( $z_s$ ) zwischen 0% und 15% ein konstanter, horizontaler Grenzwertverlauf in Abhängigkeit von der Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ) vorgesehen, wobei der Grenzwert ( $ds_G$ ) bei Fahrzeuggeschwindigkeiten ( $v$ ) nahe 0 km/h auf 10% und bei Fahrzeuggeschwindigkeiten ( $v$ ) größer gleich 50 km/h auf 5% gesetzt ist. Für die dazwischenliegenden Fahrzeuggeschwindigkeitswerte ( $v$ ) enthält das Kennfeld interpolierte Werte für den Grenzwert ( $ds_G$ ). Im Bereich von Werten für die Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ) zwischen 15% und 30% interpoliert das Kennfeld von Fig. 2 für den Grenzwert ( $ds_G$ ) linear in Abhängigkeit von der Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ). Es versteht sich, daß je nach Bedarf modifizierte Kennfelder für den Grenzwert ( $ds_G$ ) vorgegeben werden können, die eine monoton fallende Abhängigkeit von der Betriebsbremsen-Sollabbremsung ( $z_s$ ), d. h. mit steigender Sollabbremsung ( $z_s$ ) konstant bleibendem oder fallendem Verlauf, und ebenso einen monoton fallenden Verlauf in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v$ ) aufweisen, d. h. mit steigender Geschwindigkeit konstantem oder fallendem Grenzwert ( $ds_G$ ).

Als letzte Maßnahme dieses Schrittes (3) wird die Differenz ( $dds = ds - ds_G$ ) zwischen dem momentanen Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) und dem für ihn momentan gültigen Grenzwert ( $ds_G$ ) gebildet. In einem anschließenden Abfrageschritt (4) wird nun geprüft, ob eine Rückstufung der Dauerbremse vorzunehmen ist. Primäres Kriterium hierfür ist das Überschreiten des Grenzwertes ( $ds_G$ ) durch den Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ), d. h. ein positiver Wert der im vorigen Schritt (3) bestimmten Differenz ( $dds$ ) zwischen dem Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) und dem Grenzwert ( $ds_G$ ). Ergänzend kann vorgesehen sein, diese Differenz ( $dds$ ), die das Maß der Abweichung des Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) vom Grenzwert ( $ds_G$ ) angibt, in einem jeweiligen Verfahrenszyklus als auslösenden Faktor für eine weitere Rücknahme der Dauerbremse variabel zu wählen, speziell in Abhängigkeit von der erstmaligen oder einer wiederholten Rückstufung der Dauerbremswirkung und unter Berücksichtigung der für den vergleichsweise trägen Bremsmomentabbau in der Dauerbremse zweckmäßigen Wartezeit.

Ergibt die Abfrage in diesem Schritt (4), daß die Bremswirkung der Dauerbremse zu reduzieren ist, wird in einem anschließenden Schritt (5) das Maß der Rückstufung ( $R$ ) der Dauerbremse ermittelt, und zwar als Funktion des zuvor im Schritt (3) bestimmten zeitlichen Gradienten ( $ds/dt$ ) des Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) und/oder der eingestellten Höhe der fahrerangeforderten Dauerbremswirkung ( $M_{DB}$ ). Je nach Anwendungsfall kann die Rückstufung stufenlos oder gestuft

um eine oder mehrere Stufen gleichzeitig oder gemäß fest vorgegebener und ggf. adaptiv erlernbarer Rückstufungsfaktoren nach Erfahrungswerten erfolgen. Als Spezialfall kann insbesondere vorgesehen sein, die Dauerbremse ganz abzuschalten, wenn bei der laufenden Überprüfung des Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) festgestellt wird, daß selbst nach Ablauf der zum Bremsmomentabbau der Dauerbremse notwendigen Wartezeit von ca. 0,5 s bis 1,5 s der Grenzwert ( $ds_G$ ) noch immer um ein Inkrement von z. B. 0,5% bis 1% überschritten wird. Über die Bremsensteuerung wird die Bremswirkung der Dauerbremse anschließend um das ermittelte Rückstufungsmaß ( $R$ ) zurückgenommen. Daraufhin ist das Ende (7) eines Verfahrenszyklus erreicht, und es beginnt ein neuer Zyklus, solange die Bremsensteuerung aktiv ist.

Wenn im Abfrageschritt (4) erkannt wurde, daß der Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) unter dem Grenzwert ( $ds_G$ ) liegt, die Bremswirkung der Dauerbremse also nicht zu stark ist und folglich nicht zurückgenommen werden braucht, setzt das Verfahren anschließend mit einem Anhebungsschritt (6) fort. In diesem Schritt (6) wird, falls bestimmte, abgefragte Bedingungen erfüllt sind, die Bremswirkung der Dauerbremse wieder um einen vorgegebenen Wert ( $A$ ) angehoben. Die Bedingungen, die hierzu erfüllt sein müssen, bestehen darin, daß eine Überlagerung mit der Betriebsbremse beendet ist, daß der Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) um mehr als einen vorgebbaren Wert unter den momentan gültigen Grenzwert ( $ds_G$ ) gefallen ist, daß das Maß vorangegangener Rückstufungen nicht über einem vorwählbaren Wert lag und daß noch eine Fahreranforderung zum Einsatz der Dauerbremse besteht. Wenn diese Bedingungen vorliegen, hebt die Bremsensteuerung die Bremswirkung der Dauerbremse um das vorwählbare Inkrement ( $A$ ) an, wonach der Verfahrenszyklus für diesen Fall beendet ist und zum Taktende (7) weitergegangen wird. Sind die im Schritt (6) abgefragten Bedingungen für eine Wiederanhebung der Bremswirkung der Dauerbremse nicht erfüllt, geht das Verfahren direkt zum Taktende (7) weiter, ohne eine solche Wiederanhebung der Dauerbremswirkung vorzunehmen.

Aus der obigen Beschreibung eines Verfahrenszyklus wird die Funktionsweise der verfahrensgemäß adhäSIONSüberwachten Dauerbremse deutlich. Sobald die mittels des Raddrehzahldifferenzbetrages erfaßte Bremswirkung der Dauerbremse ein jeweils durch den Grenzwert für den Raddrehzahldifferenzbetrag vorgegebenes Maß überschreitet, wird die Dauerbremswirkung durch die Bremssteuerungselektronik auf ein adhäSIONSunkritisches Maß zurückgenommen. Dabei setzt diese Rücknahme bereits weit unterhalb der Radblockiergrenze und somit deutlich früher als bei den herkömmlichen Systemen ein, bei denen die Dauerbremse erst bei Aktivierung des ABS abgeschaltet wird. Wird im Verlauf eines Bremsvorgangs der Abbremsungswunsch mit der Betriebsbremse vom Fahrer wieder reduziert, ermöglicht das Verfahren eine Zuschaltung von zuvor zurückgenommenen Dauerbremsanteilen, wenn hierzu einzuhaltende Bedingungen vorliegen. Damit kann in vorteilhafter Weise immer eine möglichst hohe, aber dennoch unkritische Dauerbremswirkung erzielt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Dauerbremse eines Kraftfahrzeuges, bei dem die Bremswirkung

der Dauerbremse in Abhängigkeit vom Betrag ( $ds$ ) der Differenz zwischen einem aus den Drehzahlen eines oder mehrerer, von der Dauerbremse beeinflusbarer Räder abgeleiteten Raddrehzahlwert und einem aus den Drehzahlen eines oder mehrerer, nicht von der Dauerbremse beeinflusbarer Räder abgeleiteten Raddrehzahlwert eingestellt wird, wobei die Bremswirkung reduziert wird, wenn der Raddrehzahldifferenzbetrag einen vorgegebenen Grenzwert ( $ds_G$ ) überschreitet, der kleiner als der Raddrehzahldifferenzbetrag bei einsetzender Blockierung eines der Räder ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzwert ( $ds_G$ ) als in Abhängigkeit von der Fahrzeuggeschwindigkeit ( $v$ ) monoton fallende Funktion vorgegeben wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Grenzwert ( $ds_G$ ) als in Abhängigkeit vom Sollabbremsungswert ( $z_s$ ) für die Betriebsbremse des Fahrzeugs monoton fallende Funktion vorgegeben wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß das Maß der Reduzierung der Bremswirkung der Dauerbremse abhängig vom zeitlichen Gradient ( $ds/dt$ ) des Raddrehzahldifferenzbetrages ( $ds$ ) festgelegt wird, wobei das Maß der Reduzierung mit steigendem Gradient ansteigt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß der Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) zyklisch überwacht und die Bremswirkung der Dauerbremse stufenweise in jedem Zyklus reduziert wird, solange der Raddrehzahldifferenzbetrag größer als der vorgegebene Grenzwert ( $ds_G$ ) ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die Bremswirkung der Dauerbremse während eines Bremsvorgangs nach vorangegangener Reduzierung wieder angehoben wird, wenn der Raddrehzahldifferenzbetrag ( $ds$ ) um einen vorgebbaren Wert unter den Grenzwert ( $ds_G$ ) fällt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

